

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **184 011** (13) **U1**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[H04L 29/02 \(2006.01\)](#)[H03K 17/00 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**Статус: действует (последнее изменение статуса: 18.02.2019)
Пошлина: учтена за 3 год с 10.10.2019 по 09.10.2020(21)(22) Заявка: [2017135902](#), 09.10.2017(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.10.2017Дата регистрации:
11.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.10.2017

(45) Опубликовано: [11.10.2018](#) Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 176178 U1, 11.01.2018. RU 2558609 C2, 10.08.2015. SU 1072274 A, 07.02.1984. SU 741743 A, 30.07.1986. BEUKEMA T., et al, A 6.4-Gb/s CMOS SerDes Core With Feed-Forward and Decision-Feedback Equalization", IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 40, no. 12, с. 2633-2645, December 2005, [найден 09.08.2018]. Найден в Интернет по адресу: [http://ewh.ieee.org/r5/denver/sscs/References/2005_12_Beukema.pdf]. US 6967694 B1, 22.11.2005. US 7202941 B2, 10.04.2007.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Центр интеллектуальной собственности, Герасимовой С.А.

(72) Автор(ы):

Антимиров Ярослав Владимирович (RU),
Чемоданов Елисей Вадимович (RU),
Кудинов Алексей Дмитриевич (RU)

(73)

Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) Помехоустойчивое устройство обработки информационных сигналов

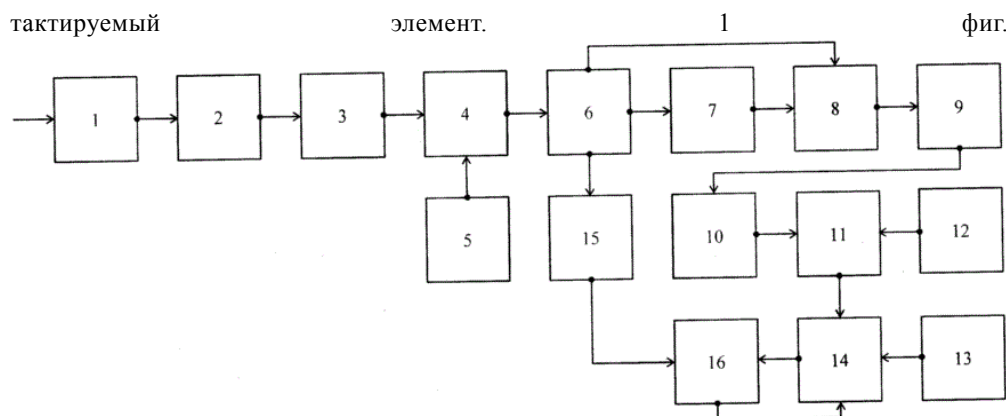
(57) Реферат:

Заявляемое техническое решение относится к устройствам обработки информационных сигналов, работающим на автономных источниках питания, и может быть использовано для реализации беспроводного полевого устройства для управления производственными процессами.

Техническая задача заключается в создании устройства обработки информационных сигналов, обладающего повышенной устойчивостью к наличию помехи в приемном тракте.

Технический результат заключается в повышении помехоустойчивости устройства обработки информационных сигналов.

Помехоустойчивое устройство обработки информационных сигналов содержит приемную антенну, аналоговый усилитель с АРУ, полосовой фильтр, смеситель, генератор гармонического сигнала, низкочастотный фильтр, фазовращатель на 90°, согласованный фильтр, пороговый детектор, сдвиговый регистр, регистр эталонного кода, схему сравнения, тактовый генератор, регулятор тактовой частоты, буфер,



Заявляемое техническое решение относится к устройствам обработки информационных сигналов, работающим на автономных источниках питания, и может быть использовано для реализации беспроводного полевого устройства для управления производственными процессами.

Известно, что современные устройства обработки информационных сигналов содержат элементы, скорость вычислений которых зависит от частоты тактирования, вырабатываемой тактовым генератором. Такой генератор по отношению к тактируемому элементу может являться как внешним, так и входящим в состав самого устройства. К числу тактируемых элементов относятся, в частности, микроконтроллеры, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) и другие аналогичные элементы.

Общей чертой работы тактируемых элементов является зависимость их производительности (количества вычислительных операций в единицу времени) и энергопотребления (потребляемая мощность) от значения тактовой частоты.

Так, с получением каждого тактового импульса тактовой частоты f происходит изменение состояния элемента, обеспечивающего выполнение очередной вычислительной операции. За время t может быть выполнено N вычислительных операций: $N \sim f \cdot t$. Из этого соотношения следует, что, например, повышение тактовой частоты способствует повышению производительности элемента (и устройства на его основе).

При этом за время t элемент потребляет энергию $E \sim i^2 \cdot t$, где i - средний потребляемый элементом ток. Значение этого тока пропорционально тактовой частоте f , поскольку каждое изменение состояния элемента, обусловленное тактированием, требует определенной порции заряда. В этой связи $E \sim f^2 \cdot t$. Из этого соотношения следует, что, например, повышение тактовой частоты способствует повышению энергопотребления элемента (и устройства на его основе).

Энергоэффективность ε элемента определяется как количество вычислительных операций, приходящихся на единицу затраченной энергии, и имеет обратно пропорциональную зависимость от тактовой частоты: $\varepsilon = N/E \sim 1/f$.

Для полевых устройств, используемых для управления производственными процессами и работающими на автономных источниках питания, эффективное потребление энергии является критически важной характеристикой. В настоящий момент существует необходимость в создании устройств класса устройств обработки информационных сигналов, обладающего повышенной энергоэффективностью.

Из уровня техники известны решения, которые за счет понижения тактовой частоты повышают энергоэффективность элемента и устройств на его основе.

Например, известен передатчик с обратной связью, состоящий из тактового генератора, мультиплексора, сдвигового регистра, регулятора импульсной характеристики, выходного буфера, источника стабильного тока, основного цифроаналогового преобразователя, связанного с контроллером, приемником и фазовой автоподстройкой частоты (Beukema T., Soma M., Sekandr K.A 6.4-Gb/s CMOS serdes core with feed-forward and decision-feedback equalization. // IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 40, pp.2633-2645, Dec. 2005.).

Однако недостатком такого известного решения является относительно невысокая энергоэффективность, связанная с тем, что потребление энергии подобного устройства практически не зависит от интенсивности поступающих информационных сигналов, и в случае низкой интенсивности последней, энергопотребление устройства остается практически таким же, как и в случае высокой. Другими словами, при малых интенсивностях информационных сигналов известное устройство без содержательной обработки информации осуществляет потребление энергии.

Известно изобретение по патенту RU 2558609 «Передачик со следящей обратной связью», опубликованному 27.12.2014 г. Технический результат изобретения заключается в уменьшении потребляемой мощности передатчика. Передатчик со следящей обратной связью содержит тактовый генератор, связанный с фазовой автоподстройкой частоты, мультиплексор, связанный с контроллером, сдвиговый регистр, регулятор импульсной характеристики, декодер регулятора импульсной

характеристики, выходной буфер, источник стабильного тока, основной цифроаналоговый преобразователь, при этом снабжен дополнительным цифроаналоговым преобразователем и декодером дополнительного цифроаналогового преобразователя, связанным с приемником, для обеспечения контроля минимально допустимого размаха дифференциального напряжения выходного сигнала передатчика от текущей глубины коррекции межсимвольной интерференции приемника.

В данном техническом решении энергоэффективность приемника достигается за счет того, что выходной буфер обеспечивает минимально допустимый размах дифференциального напряжения выходного сигнала, соответствующего требованию спецификации, и потребляет минимально необходимую мощность для текущего значения глубины коррекции межсимвольной интерференции. Недостатком данного технического решения является то, что в ходе работы передатчика не производится управления тактовой частотой, вырабатываемой тактовым генератором.

Кроме того, общим недостатком, присущим аналогичным устройствам является низкая устойчивость к наличию в эфире гармонической помехи на частоте, соответствующей гармоническому сигналу априорной частоты, что приводит к ложному срабатыванию схемы детектирования, подаче тактового сигнала на тактируемый элемент и, в результате, к дополнительному энергопотреблению устройства.

Техническая задача заключается в создании устройства обработки информационных сигналов, обладающего повышенной устойчивостью к наличию помехи в приемном тракте.

Технический результат заключается в повышении помехоустойчивости устройства обработки информационных сигналов.

Технический результат достигается за счет того, что помехоустойчивое устройство обработки информационных сигналов, содержащее приемную антенну, на вход которой поступает аналоговый входной сигнал, аналоговый усилитель с автоматической регулировкой усиления (АРУ), вход которого соединен с выходом приемной антенны, полосовой фильтр, вход которого соединен с выходом аналогового усилителя с АРУ, смеситель, первый вход которого соединен с выходом полосового фильтра, генератор гармонического сигнала, выход которого соединен со вторым входом смесителя, низкочастотный фильтр, вход которого соединен с выходом смесителя, фазовращатель на 90°, вход которого соединен с первым выходом низкочастотного фильтра, согласованный фильтр, первый вход которого соединен с выходом фазовращателя на 90°, а второй вход соединен со вторым выходом низкочастотного фильтра, пороговый детектор, вход которого соединен с выходом согласованного фильтра, тактовый генератор, регулятор тактовой частоты, первый вход которого соединен с выходом тактового генератора, буфер, вход которого соединен с третьим выходом низкочастотного фильтра, тактируемый элемент, первый вход которого соединен с выходом буфера, а второй вход соединен с выходом регулятора тактовой частоты, а второй вход регулятора тактовой частоты соединен с выходом тактируемого элемента,

дополнительно содержит сдвиговый регистр, вход которого соединен с выходом порогового детектора, регистр эталонного кода, схему сравнения, первый вход которой соединен с выходом сдвигового регистра, второй вход соединен с выходом регистра эталонного кода, а выход соединен с третьим входом регулятора тактовой частоты.

Достоинством заявляемого технического решения является исключение ложного срабатывания схемы наличия начала полезного сигнала, которое может быть вызвано наличием в эфире гармонической помехи на частоте, соответствующей гармоническому сигналу априорной частоты, а также управляемое снижение, в том числе, с полным отключением тактовой частоты блоков цифровой обработки информационных сигналов на интерфейсах канального и сетевого уровня в зависимости от интенсивности информационного обмена между полевым устройством и точкой доступа.

Заявляемое техническое решение поясняется чертежом, где:

Фигура - структурная схема устройства обработки информационных сигналов.

Заявляемое техническое решение содержит следующие ссылочные позиции на чертеже:

- 1 - приемная антенна;
- 2 - аналоговый усилитель с АРУ;
- 3 - полосовой фильтр;
- 4 - смеситель;
- 5 - генератор гармонического сигнала;
- 6 - низкочастотный фильтр;
- 7 - фазовращатель на 90°;
- 8 - согласованный фильтр;
- 9 - пороговый детектор;
- 10 - сдвиговый регистр;
- 11 - схема сравнения;
- 12 - регистр эталонного кода;

- 13 - тактовый генератор;
- 14 - регулятор тактовой частоты;
- 15 - буфер;
- 16 - тактируемый элемент.

Помехоустойчивое устройство обработки информационных сигналов работает следующим образом.

Аналоговый входной сигнал поступает на вход приемной антенны 1, с выхода которой сигнал передается на вход аналогового усилителя с АРУ 2, позволяющего усилить входной сигнал. С выхода усилителя 2 сигнал поступает на вход полосового фильтра 3, который обеспечивает селективность определения наличия информационного сигнала в необходимой полосе частот. С выхода фильтра 3 сигнал поступает на первый вход смесителя 4. На второй вход смесителя 4 поступает гармонический сигнал априорной частоты с выхода генератора гармонического сигнала. Смеситель 4 обеспечивает смещение спектра сигнала с рабочей частоты в 0. С выхода смесителя 4 сигнал поступает на вход низкочастотного фильтра 5, позволяющего избавиться от высокочастотных паразитных составляющих сигнала.

Затем сигнал с первого выхода низкочастотного фильтра 6 поступает на вход фазовращателя на 90° 7. Фазовращатель на 90° 7 позволяет сформировать когерентную составляющую сигнала, которая с выхода фазовращателя на 90° 7 поступает на первый вход согласованного фильтра 8. Со второго выхода низкочастотного фильтра 6 сигнал поступает на второй вход согласованного фильтра 8. Согласованный фильтр 8 позволяет детектировать наличие когерентного сигнала и формировать аналоговый выходной сигнал переменной амплитуды. С выхода фильтра 8 сигнал поступает на вход порогового детектора 9, который позволяет выявить наличие начала полезного сигнала в приемном тракте.

В случае если уровень входного сигнала превышает пороговый уровень, установленный на пороговом детекторе 9, то с выхода порогового детектора 9 выходной сигнал поступает на вход сдвигового регистра 10, который позволяет преобразовать такой сигнал в последовательный код, который передает на первый вход схемы сравнения 11. Регистр эталонного кода 12 предназначен для хранения информации об эталонном значении амплитудно-манипулированного гармонического сигнала априорной частоты, которая передается на второй вход схемы сравнения 11.

Тактовый генератор 13 формирует синхроимпульсы постоянной частоты в непрерывном режиме, которые поступают на первый вход регулятора тактовой частоты 14.

Каждый входной сигнал, поступающий в приемный тракт, передается с третьего выхода низкочастотного фильтра 6 на вход буфера 15. Информация о степени наполнения буфера 15, а именно, сигнал заполнения буфера 15 поступает на второй вход тактируемого элемента 16 с выхода буфера 15. На основании такого сигнала тактируемый элемент 16 определяет необходимое значение тактовой частоты и передает сигнал управления на второй вход регулятора тактовой частоты 14. Тактовая частота, сообщаемая тактируемому элементу, вычисляется путем умножения частоты тактового генератора 13 на некоторый коэффициент, задаваемый сигналом управления.

В соответствии с установленной регулятором 14 тактовой частотой входной сигнал поступает на второй вход тактируемого элемента 16 с выхода буфера 15.

В случае если код на выходе сдвигового регистра 10 совпадает с кодом, содержащимся в регистре эталонного кода 12, то на третий вход регулятора тактовой частоты 14 с входа схемы сравнения 11 поступает сигнал разрешения передачи тактовой частоты тактируемому элементу. В противном случае, на третий вход регулятора тактовой частоты 14 с входа схемы сравнения 11 поступает сигнал запрещения передачи тактовой частоты тактируемому элементу, что позволяет отключить тактовую частоту на тактируемом элементе 16.

Тактовая частота, сообщаемая тактируемому элементу 16, определяет производительность и энергоэффективность работы тактируемого элемента.

Размер буфера 15 и диапазон регулирования значений тактовой частоты регулятора 14 выбирают таким образом, чтобы даже при сильном изменении интенсивности входных информационных сигналов не произошло переполнение буфера 15.

Предлагаемое помехоустойчивое устройство обработки информационных сигналов, во-первых, обеспечивает производительность тактируемого элемента, соответствующую интенсивности поступающих информационных сигналов, во-вторых, обеспечивает возможность отключения тактовой частоты на тактируемом элементе, что позволяет достичь повышения энергоэффективности работы тактируемого элемента и устройства, работающего на его основе, в-третьих, позволяет дополнительно повысить энергоэффективность за счет того, что исключает возможность ложного срабатывания схемы детектирования наличия начала полезного сигнала, которое может быть вызвано наличием в эфире гармонической помехи на частоте, соответствующей гармоническому сигналу априорной частоты.

Патент подготовлен в рамках выполнения работ по соглашению между Минобрнауки РФ и УрФУ №14.578.21.0136 от 27 октября 2015 г., ПНИЭР RFMEFI57815X0136.

Формула полезной модели

Помехоустойчивое устройство обработки информационных сигналов, содержащее приемную антенну, на вход которой поступает аналоговый входной сигнал, аналоговый усилитель с автоматической регулировкой усиления (АРУ), вход которого соединен с выходом приемной антенны, полосовой фильтр, вход которого соединен с выходом аналогового усилителя с АРУ, смеситель, первый вход которого соединен с выходом полосового фильтра, генератор гармонического сигнала, выход которого соединен со вторым входом смесителя, низкочастотный фильтр, вход которого соединен с выходом смесителя, фазовращатель на 90° , вход которого соединен с первым выходом низкочастотного фильтра, согласованный фильтр, первый вход которого соединен с выходом фазовращателя на 90° , а второй вход соединен со вторым выходом низкочастотного фильтра, пороговый детектор, вход которого соединен с выходом согласованного фильтра, тактовый генератор, регулятор тактовой частоты, первый вход которого соединен с выходом тактового генератора, буфер, вход которого соединен с третьим выходом низкочастотного фильтра, тактируемый элемент, первый вход которого соединен с выходом буфера, а второй вход соединен с выходом регулятора тактовой частоты, а второй вход регулятора тактовой частоты соединен с выходом тактируемого элемента, отличающееся тем, что дополнительно содержит сдвиговый регистр, вход которого соединен с выходом порогового детектора, регистр эталонного кода, схему сравнения, первый вход которой соединен с выходом сдвигового регистра, второй вход соединен с выходом регистра эталонного кода, а выход соединен с третьим входом регулятора тактовой частоты.

Помехоустойчивое устройство обработки информационных сигналов

